



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Dewasa ini kemajuan teknologi dalam perkembangan dunia industri sangatlah pesat. Banyak teknologi terkini yang diterapkan dalam dunia industri. Berbagai Negara mulai bersaing untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas. Sekarang ini negara berkembang berperan aktif dalam pertumbuhan ekonomi global. Pada jaman dulu, mungkin Negara berkembang sangat pasif dalam pertumbuhan ekonomi, namun pada sekarang ini istilah itu tidaklah relevan lagi.

Saat ini Indonesia sudah mulai pembangunan industri yang berorientasi pada bahan kimia. Namun ketergantungan bahan baku yang harus mengimpor dari luar negeri merupakan masalah baru lagi. Mahalnya harga dan biaya transportasi salah satu masalahnya. Salah satu contohnya adalah etanolamin. Etanolamin didapat dari reaksi antara etilen oksida dan amoniak yang membentuk senyawa baru yaitu monoetanolamin, dietanolamin dan trietanolamin.

Etanolamin merupakan komposisi yang penting dalam formulasi berbagai produk kosmetik, produk pertanian, bahan kimia pada pengolahan kayu, sabun, deterjen dan digunakan dalam proses pemurnian gas. Disamping itu etanolamin juga digunakan sebagai produksi deterjen non ionik, zat pengemulsi pada cat, dan zat pembersih lainnya.

Secara umum dapat disimpulkan latar belakang pendirian pabrik etanolamin adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan pertumbuhan ekonomi bagi Negara Indonesia.
2. Mengurangi import kebutuhan etanolamin yang banyak digunakan di industri kimia di Indonesia.
3. Menambah lapangan pekerjaan, sehingga angka pengangguran berkurang.



1.2 Kapasitas Pabrik

Penentuan kapasitas produksi pabrik etanolamin yang akan didirikan berdasarkan beberapa pertimbangan

1. Data impor produk
2. Ketersediaan bahan baku
3. Kapasitas pabrik yang sudah ada

1. Data impor produk

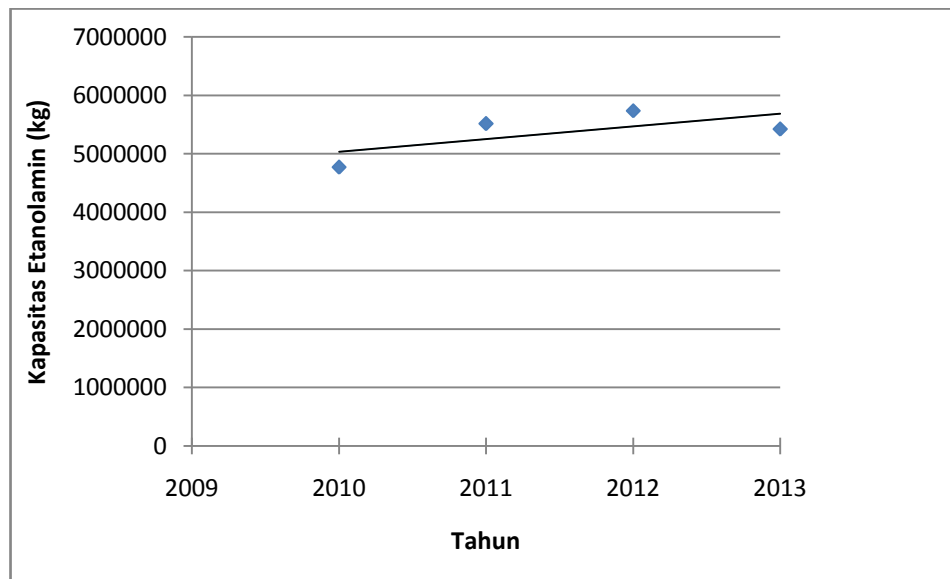
Penentuan kapasitas pabrik etanolamin salah satunya didasarkan pada kebutuhan etanolamin dari tahun ke tahun. Kebutuhan etanolamin digunakan untuk menopang kebutuhan proses industri kimia di Indonesia. Kebutuhan ini ditunjukkan oleh data impor yang berupa etanolamin (MEA), dietanolamin (DEA), dan trietanolamin (TEA). Dari data impor ini kami gunakan sebagai asumsi kebutuhan etanolamin di Indonesia. Hal itu kami anggap relevan karena di Indonesia belum ada pabrik etanolamin. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistika, kebutuhan impor etanolamin di Indonesia dapat dilihat pada tabel 1.1.



Tabel 1.1. Data Impor Etanolamin di Indonesia Tahun 2010-2013
(Badan Pusat statistik, 2015)

Tahun	Kebutuhan Etanolamin		
	Produk	kg	Value US \$
2010	MEA	1.660.474	2.487.828
	DEA	2.361.679	3.346.423
	TEA	749.949	1.304.991
2011	MEA	1.175.617	2.026.902
	DEA	2.883.159	4.989.069
	TEA	1.456.697	2.755.219
2012	MEA	1.338.138	2.130.326
	DEA	2.490.850	3.445.678
	TEA	1.908.666	3.767.267
2013	MEA	1.231.470	2.373.386
	DEA	2.158.226	2.158.226
	TEA	2.034.073	3.875.506

Dari data Tabel 1.1 menunjukan bahwa kebutuhan etanolamin mengalami fluktuatif, akan tetapi lebih ke cenderung peningkatan pada garis linearisasi Gambar 1.1. dari gambar tersebut bisa dikatakan bahwa kebutuhan etanolamin yang cenderung mengalami peningkatan dari tahun-tahun.



Gambar 1.1 Grafik Impor Etanolamin Di Indonesia

Dari gambar 1.1 diperoleh regresi linier untuk mengetahui proyeksi kebutuhan dari etanolamin di Indonesia pada tahun tertentu, yaitu:

$$y = 217.718,20x - 432.577.909,80$$

Dimana, x adalah tahun sedangkan y adalah jumlah impor etanolamin. Maka dari persamaan tersebut kebutuhan impor etanolamin pada tahun 2020 sebesar 7.212.854,2 kg/tahun atau 7.212,8542 ton/tahun.

2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku yang digunakan untuk membuat etanolamin adalah etilen oksida dan amoniak. Untuk kebutuhan etilen oksida dapat dipenuhi dari PT Polychem Tbk yang terletak di Merak, Banten yang tidak jauh dari pabrik yang akan kami dirikan.

Untuk kebutuhan amoniak sendiri, akan diperoleh dari PT Kujang yang ada di Cikampek yang mempunyai kapasitas pembuatan amoniak sebesar 640.000 Ton/Tahun.

3. Kapasitas Minimum Pabrik Etanolamin

Kapasitas rancangan minimum pabrik etanolamin dapat dilihat dari data kapasitas pabrik etanolamin yang telah berdiri pada Tabel 1.2.



Tabel 1.2 Pabrik Etanolamin di Dunia (dutia, 2004)

No	Manufaktur	Kapasitas (Ton/Tahun)	Negara
1	Dow chemical Co. Ltd	190.000	Texas, USA
2	Ineos Oksida Co. Ltd	80.000	Belgia
3	Azko Nobel Co. Ltd	65.000	Swedia
4	BP Co. Ltd	53.000	Prancis
5	Jiaxing Jinyan Chemical Co. Ltd.	50.000	China
6	Sasol Chemical. Co. Ltd	30.000	Jerman
7	Equistar Chemical. Co. Ltd	20.000	Texas, USA

Berdasarkan data di atas, kapasitas produksi etanolamin di dunia berkisar antara 20.000-190.000 ton/tahun, sehingga kapasitas perancangan minimum pabrik etanolamin yang masih layak didirikan adalah sebesar 20.000 ton/tahun. Selain itu, dari profil negara yang ada pabrik etanolamin, dapat mempresentasikan kokohnya industri-industri etanolamin yang ada di dunia. Letak pabrik yang berada di negara-negara besar menunjukkan bahwa etanolamin memberikan profit yang sangat menjanjikan. Hal itu berbanding lurus dengan perkembangan pabrik yang terus menerus meningkat. Di Indonesia sendiri belum ada pabrik etanolamin. Sehingga, kebutuhan etanolamin masih dipenuhi dengan mengimpor dari luar negeri.

Berdasarkan pertimbangan dari uraian diatas, maka ditetapkan kapasitas prarancangan pabrik etanolamin yang akan didirikan pada tahun 2020 sebesar 114.000 ton/tahun. Pemilihan kapasitas tersebut dititikberatkan pada:

1. Kebutuhan etanolamin yang fluktuatif tapi cenderung meningkat setiap tahunnya yang menyebabkan Indonesia terus menambah pasokan impor dari luar negeri harus diberikan



solusi. Yaitu dengan mendirikan pabrik etanolamin dengan kapasitas minimum sebesar 6.578.360 kg/tahun di Indonesia.

2. Pendirian kapasitas minimum tidak dipilih karena pendirian kapasitas pabrik harus sesuai dengan tujuan pendirian pabrik, yaitu turut berperan dalam penyediaan kebutuhan etanolamin dunia.

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik sangat mempengaruhi persaingan dan kelangsungan produksi. Penentuan lokasi suatu pabrik yang tepat dan ekonomis dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain sumber bahan baku, peasaran produksi, sarana transportasi, sumber tenaga dan bahan bakar, penyediaan air, tenaga kerja, kondisi tanah dan daerah serta kebijakan dari pemerintah.

Pabrik etanolamin ini direncanakan akan didirikan di daerah industri Cilegon, Banten. Pemilihan tersebut agar mendapat keuntungan secara teknis dan ekonomis. Alokasi pendirian pabrik tersebut memiliki pertimbangan sebagai berikut:

1. Faktor Primer

a. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan operasi suatu pabrik, sehingga pengadaan bahan baku harus sangat diperhatikan. Bahan baku amoniak diperoleh dari PT Kujang yang berada di Cikampek sedangkan bahan baku etilen oksida didapat dari PT Polychem Tbk. yang berada di Merak, Banten.

b. Sarana Transportasi

Sarana transportasi juga sangat diperlukan dalam pengangkutan bahan baku dan produk. Oleh sebab itu fasilitas jalan raya dan pelabuhan sangat penting bagi keterlangsungan produksi. Di kawasan Cilegon, jalan raya sudah sangat bagus dan dekat dengan



pelabuhan. Hal itu memudahkan dalam transportasi keluar masuknya bahan baku dan produk.

c. Pemasaran Produk

Sesuai dengan tujuan pendirian pabrik, produksi etanolamin pabrik ini diutamakan untuk ekspor. Oleh karena itu, lokasi berada didekat pelabuhan agar mengurangi biaya transportasi saat produk akan diekspor.

d. Sumber tenaga dan Bahan Bakar

Kebutuhan listrik didapat dari PLN yang dekat dengan lokasi pabrik dan genset sebagai cadangan apabila dari PLN mengalami gangguan, dengan bahan bakar diperoleh dari Pertamina.

e. Penyediaan Air

Lokasi pendirian pabrik hendaknya dekat dengan sumber air untuk mendukung penediaan air. Kebutuhan air diperoleh dari air sungai yang digunakan untuk pemenuhan kebutuhan pabrik maupun karyawan.

f. Ketersediaan Tenaga Kerja

Untuk mendapatkan tenaga kerja, di kawasan industri Cilegon cukup mudah, karena di daerah pulau Jawa, jumlah pengangguran terbilang masih banyak, dan untuk tenaga ahli juga cukup mudah didapatkan di daerah Cilegon. Sehingga, pemenuhan Tenaga kerja dapat terpenuhi.

2. Faktor Sekunder

a. Kondisi Tanah dan Daerah

Kondisi tanah yang relative luas dan merupakan tanah yang datar, serta kondisi iklim yang relatif stabil stabil sepanjang tahun sangat menguntungkan.



b. Kebijakan Pemerintah

Di daerah Cilegon, merupakan kawasan industri. Sehingga untuk perizinan, lingkungan masyarakat sekitar, faktor sosial serta perluasan pabrik sangat memungkinkan.

1.4 Tinjauan Pustaka

Etilen oksida adalah senyawa organik dengan rumus struktur C_2H_4O . etilen termasuk dari eter siklik. Artinya, etilen oksida terdiri dari gugus alkil yang terikat pada atom oksigen dalam bentuk siklik (melingkar). Sifat dari senyawa ini yaitu mudah terbakar, tidak berwarna, dan mempunyai bau yang samar-samar. Etilen oksida merupakan epoksida paling sederhana, tiga cincinnya terdiri dari dua karbon dan satu atom oksigen.

Meskipun etilen oksida adalah bahan baku yang penting, etilen oksida merupakan zat yang berbahaya, pada suhu kamar gas ini mudah terbakar, karsinogenetik, dapat menyebabkan perubahan gen, dan dapat menyebabkan iritasi. Meskipun berbahaya, didunia industri cukup banyak yang menggunakan etilen oksida. Hal itu karena mengingat bahwa banyaknya manfaat yang dapat diambil dari senyawa ini.

Amoniak dengan rumus NH_3 merupakan gas tidak berwarna pada tekanan atmosfer dan lebih ringan dari udara serta memiliki bau khas yang tajam. Amoniak ditemukan oleh Berthollet dan Hanry. Komposisi amoniak terdiri dari 3 bagian hidrogen dan 1 bagian nitrogen. Sintesa amoniak secara langsung dari unsur –unsurnya pertama kali disempurnakan secara komersial pada tahun yang sama. Amerika Serikat memproduksi amoniak dengan sintesa langsung dari nitrogen dan oksida. Amoniak banyak digunakan dalam industri seperti di industri bahan peledak, industri *textile*, industri pupuk, industri farmasi, industri bahan bakar kimia, kimia organik dan lain-lain. Dikenal ada 2 jenis amoniak



yaitu amoniak *liquor* (30 % amoniak) dan amoniak *anhydrous* (dipakai dalam 2 grade)

1. *Commercial grade*, dengan kandungan amoniak tidak boleh kurang dari 99,5 %.
2. *Refrigeration grade*, dengan kandungan amoniak tidak boleh kurang dari 99,95 %.

Etanolamin merupakan alkanolamine yang paling penting. Ditemukan pertama kali oleh Wurtz pada tahun 1860 dengan jalan memanaskan *Etilen Chlorohydrin* dengan *amoniak aqueous* pada tabung tertutup. Monoetanolamin, Dietanolamin dan Trietanolamin dipisahkan pertama kali oleh Knorr pada tahun 1897 dengan menggunakan distilasi fraksional. Trietanolamin pertama dikomersialkan pada tahun 1982, Monoetanolamin juga Dietanolamin pada tahun 1931. Etanolamin diproduksi secara besar-besaran dengan mereaksikan Etilen Oksida dan Amoniak.

Kinetika reaksi pembentukan etanolamin merupakan reaksi seri komplek:



Dimana :

E = Etilen oksida

A = Amoniak

M, D, dan T = Monoetanolamin, Dietanolamin, Trietanolamin

Persamaan kecepatan reaksinya :

$$-r_A = -r_E = -\frac{dC_E}{dt} = k_1 C_A C_E \dots\dots\dots(1.4)$$



$$-\frac{dC_M}{dt} = k_1 C_A C_E - k_2 C_E C_{Ms} \quad \dots\dots\dots(1.5)$$

$$-\frac{dC_M}{dt} = k_2 C_M C_E - k_3 C_E C_D \quad \dots\dots\dots(1.6)$$

$$-\frac{dC_T}{dt} = k_2 C_E C_D \quad \dots\dots\dots(1.7)$$

1.4.1 Kegunaan Produk

Etanolamin banyak digunakan untuk keperluan rumah tangga maupun industri, diantaranya yaitu (Othmer,1999)

a. Perekat

Monoetanolamin (MEA) digunakan untuk meningkatkan kerekatan emulsi pada aspal. MEA juga sebagai peningkat stabilitas, viskosita, dan suhu gel pada perekat berbasis pati. Dietanolamin (DEA) dan trietanolamin (TEA) ditambahkan pada perekat fenol formaldehida untuk peningkatan *bond strength*, stabilitas penyimpanan, dan dispersibilitas air.

b. Penghambat Korosi

Etanolamin menghambat korosi pada material ferrous. Penggunaan etanolamin sebagai inhibitor biasanya ditemui disistem pendingin, oli pelumas, *metal working fluid*, *petroleum antifouling*, dan kebutuhan pengeboran. Monoetanolamin diaplikasikan sebagai garam dengan asam organik dan anorganik.

c. Deterjen

Etanolamin, alkanolamine *fatty acid soaps*, dan alkanol amida dengan karakteristik deterjen yang baik dan kebasaan rendah digunakan secara ekstensif pada produk-produk deterjen dan sabun.

d. Komedik

Etanolamin merupakan bahan baku dalam pembuatan krim, *lotion*, sampo, sabun, dan kosmetik lainnya.



e. Pemurnian Gas

Dalam proses gas *sweetening* pada gas alam, *aqueous* etanolamin bereaksi dengan hidrogen sulfat, karbon dioksida, atau konstituen asam yang lainnya pada gas untuk menghasilkan garam yang larut dalam air. Amin kemudian diregenerasi menggunakan *steam stripping*. Secara umum monoetanolamin paling sering digunakan karena berat ekuivalennya paling rendah. Dietanolamin digunakan jika terdapat karbonil sulfida pada gas karena karbonil sulfida akan membentuk kompleks yang tidak dapat diikat oleh monoetanolamin.

f. Industri Minyak dan Batu Bara

Etanolamin digunakan sebagai pelumas dan *stabilizer* dalam *drilling muds*. Reaksi yang terjadi antara etanolamin dan asam lemak digunakan sebagai *emulsion stabilizer*, *chemical washes*, dan *bore cleaner*.

g. Etanolamin dapat meningkatkan kualitas pewarnaan sejumlah produk tekstil, seperti katun, polikarbonat, dan kulit

1.4.2 Sifat Fisik dan Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk

1. Bahan baku

a. Amoniak (Kirk dan Othmer 1982)

Rumus molekul	: NH_3
Berat molekul (g/mol)	: 17,103
Kelarutan	: Mudah larut dalam air
Titik didih (1 atm, °C)	: - 33,35
Titik lebur (1 atm, °C)	: - 77,70
Temperatur Kritis (°C)	: 132,4
Volume kritis (cm^3/mol)	: 167,1
Tekanan kritis (atm)	: 11,2
<i>Heat of vaporization</i> (kJ/kg)	: 1.370,87 (pada titik didih)



b. Etilen Oksida (Kirk dan Othmer, 1982)

Rumus molekul	: C_2H_4O
Berat molekul (g/gmol)	: 44,053
Kelarutan	: Mudah larut dalam air
Titik didih (1 atm, °C)	: 10,4
Titik beku (1 atm, °C)	: - 112,5
Temperatur kritis (°C)	: 196
Volume kritis (ft ³ /lbmol)	: 2,2474
Tekanan kritis (bar)	: 71,9
Viskositas (cP)	: 0,28
<i>Heat of vaporization</i> (kJ/kg)	: 581,268 (pada titik didih)

2. Produk

a. Monoetanolamin (Kirk dan Othmer, 1982)

Rumus molekul	: $(C_2H_5O)NH_2$
Berat molekul (g/gmol)	: 61,084
Fase	: cair
Warna	: Jernih, tak berwarna
Titik didih (1 atm, °C)	: 170,6
Titik lebur (1 atm, °C)	: 10,5
Temperatur kritis (°C)	: 350
Volume kritis (ft ³ /lbmol)	: 2,2474
Tekanan kritis (psia)	: 868
Viskositas (20°C), (cP)	: 13,0
<i>Heat of vaporization</i> (kJ/kg)	: 581,268 (pada titik didih)

b. Dietanolamin (Kirk dan Othmer, 1982)

Rumus molekul	: $(C_2H_5O)_3NH$
Berat molekul (g/gmol)	: 105,14



Fase	: cair
Warna	: Jernih, tak berwarna
Titik didih (1 atm, °C)	: 269
Titik lebur (1 atm, °C)	: 28
Temperatur kritis (°C)	: 463,45
Volume kritis (ft ³ /lbmol)	: 5,59
Tekanan kritis (bar)	: 42,7
Viskositas (20°C), (cP)	: 19,7

c. Trietanolamin (Kirk dan Othmer, 1982)

Rumus molekul	: (C ₂ H ₅ O) ₃ N
Berat molekul (g/gmol)	: 149,19
Fase	: cair
Warna	: Jernih, tak berwarna
Titik didih (1 atm, °C)	: 336,1
Titik lebur (1 atm, °C)	: 21,2
Temperatur kritis (°C)	: 498,95
Volume kritis (ft ³ /lbmol)	: 0,473
Tekanan kritis (bar)	: 27,0713